

# TR 鲍参人工鱼礁的鲍参增殖养殖试验

鲍承飞<sup>1</sup>, 高婷<sup>1</sup>, 林叔森<sup>2</sup>, 胡聪<sup>1</sup>, 宋伟华<sup>1</sup>, 臧迎亮<sup>1\*</sup>

(1. 浙江海洋大学水产学院, 浙江省海洋渔业装备技术研究重点实验室, 浙江舟山 316022; 2. 浙江省苍南县水产研究所, 浙江苍南 325800)

**摘要** [目的] 研究利用 TR 人工鱼礁养殖刺参可能获得的经济效益。[方法] 于 2016 年 10 月从山东烟台采购一批体长为 6~9 cm, 平均体重为 42.5 g 的刺参幼苗, 在温州石坪海洋牧场基地进行养殖试验, 采用在一定范围内放养的方式进行饲养, 历时 101 d。[结果] 试验组 1 和试验组 2 的平均体长分别为 10.33 和 9.87 cm, 平均体重分别为 68.5 和 63.5 g, 成活率分别为 95.2% 和 92.9%, 因此初步认定利用 TR 鲍参人工鱼礁剩余空间对刺参养殖产生经济效益的方案是可行的。该次养殖试验过程中, 将羊栖菜、石莼 2 种藻类栽培在 TR 人工鱼礁场周围敷设的延绳浮筏上, 模拟自然藻类生长环境, 滋生海洋微生物, 聚集海洋生物, 从而达到为刺参提供天然饵料的目的, 不但有效地减少了潜水员的工作量, 降低了刺参养殖的投入成本, 也使得刺参食用天然饵料, 实现自然状态下的生长, 避免了营养过剩引发的病害问题等。[结论] 该研究可为 TR 鲍参人工鱼礁养殖刺参提供参考。

**关键词** 刺参; TR 鲍参人工鱼礁; 海上养殖试验

中图分类号 S966.9 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)31-0122-04

## Shark's Aquaculture Experiment of TR Shark's Artificial Reef

BAO Cheng-fei<sup>1</sup>, GAO Ting<sup>1</sup>, LIN Shu-sen<sup>2</sup>, ZANG Ying-liang<sup>1\*</sup> et al (1. Key Laboratory of Marine Fisheries Equipment and Technology, Fisheries College, Zhejiang Ocean University, Zhoushan, Zhejiang 316022; 2. Cangnan County Fisheries Research Institute, Cangnan, Zhejiang 325800)

**Abstract** [Objective] This article aims to explore the possible economic benefits of sea cucumber culture by using TR artificial reefs. [Method] The sea cucumber seedlings were from Yantai, Shandong. Body length was 6-9 cm and their weight was 42.5 g in average. Feeding experiment was carried out by stocking sea cucumber with limits for 101 days in Shipping Marine Ranching in Wenzhou. [Result] Average body length of the test group 1 and the test group 2 were 10.33 cm and 9.87 cm respectively, with average body weight of 68.5 and 63.5 g, the survival rates were 95.2% and 92.9%, respectively. Therefore, it was feasible to use the residual space of TR artificial reef to obtain economic benefits by culturing *Apostichopus japonicus*. During the culturing process, *Sargassum fusiforme* and *Ulva* were cultivated on the long line and floating rafts to form a natural marine environment. It bred marine microorganism and congregated marine creatures, thus achieved baits to supply for sea cucumbers. Besides, it not only reduced workload of divers and cut the cost, but achieved natural growth of sea cucumber by providing natural baits which prevented problems brought by overnutrition. [Conclusion] The research can give reference for culturing shark.

**Key words** Sea cucumber; TR artificial reefs; Culturing experiment

由于海洋环境日渐恶劣导致生物数量急剧下降, 需要进行人工干预对海洋资源环境进行修复, 人工鱼礁由此应运而生。TR 鲍参人工鱼礁是一种既可以修复环境、恢复水产资源, 也可以进行经济养殖的桁架型人工鱼礁。

国外对人工鱼礁的研究与应用已经十分成熟, 日本有层楼式设计, 不同的层楼养殖不同的鱼种<sup>[1]</sup>, 有美国游钓渔业, 饲养多种鱼群<sup>[2]</sup>。国内对于人工鱼礁的研究仅处于初步研发阶段, 有郑延璇等<sup>[3]</sup>研究设计的星体型人工鱼礁、唐衍力等<sup>[4]</sup>研究的正方体人工鱼礁等, 研究方向主要是人工鱼礁的结构, 但总体研究水平低于国外。该文在研究人工鱼礁结构稳性的基础上, 进行刺参海上增殖养殖试验, 探讨人工鱼礁除了拥有修复海洋环境的作用外, 是否还兼具海产品增殖养殖的功能, 并对养殖进行优化, 使人工鱼礁的利用率极大化。

## 1 材料与与方法

### 1.1 TR 鲍参人工鱼礁和鲍参养殖平台

人工鱼礁礁体在水流冲击下不发生移动, 要求礁体与海底接触面间的静摩擦力大于流体作用力。静摩擦力与最大流体作用力  $F_{\max}$  比值称为抗漂移系数( $S$ ), 该数值必须大于 1, 才能保证礁体不发

生滑动或漂移。当水流速度  $U_0 = 1\text{m/s}$  时, 抗漂移系数( $S$ ) 计算结果如下:

$$S = \frac{W\mu(1 - \bar{\omega}_0/\sigma_c)}{F_{\max}} = \frac{8\ 100 \times 0.5(1 - 1\ 025/1\ 528)}{1\ 197} = 1.11 \geq 1 \quad (1)$$

人工鱼礁礁体在波流作用下不翻滚, 要求礁体的重力和浮力的合力矩  $M_1$  大于波流最大作用力矩  $M_2$ ,  $M_2$  与  $M_1$  的比值称为抗倾覆系数( $S$ ), 该数值必须大于 1, 才能保证礁体不发生倾覆。抗倾覆系数( $S$ ) 计算结果如下:

$$S = \frac{M_1}{M_2} = \frac{W(1 - \omega_0/\sigma_c) \cdot l}{F_{\max} \cdot h_0} = \frac{8\ 100 \times (1 - 1\ 025/1\ 528)}{1\ 197 \times 2.6} = 1.94 \geq 1 \quad (2)$$

鉴于此基础, TR 鲍参人工鱼礁对剩余空间进行开发利用以养殖鲍参。

TR 鲍参人工鱼礁整体呈四角锥形, 由 4 个板块构成, 连接部位用刚性构建进行连接: 支架 8 根, 构成 TR 鲍参人工鱼礁整体形态; 圆盘 8 个, 在流体中形成小型上升流, 使得营养盐上浮; 底座 4 个, 支撑整个礁体, 防止礁体过度下沉; 养殖平台 1 个, 铺设直径为 4~6 cm 大小的石子模拟鲍参自然生长环境, 进行鲍参养殖(图 1)。

根据鲍参的生长行为在平台上敷设大小不同的石子, 形成大小空隙和阴影区, 模拟鲍参自然生长环境<sup>[5]</sup>, 投放一定数量的鲍参后将投放口关闭, 使得鲍参在养殖平台内生长。为保证鲍参幼体正常生长, 在生长初期投放少量羊栖菜、石

**基金项目** 浙江省自然科学基金项目(LY14C190005, Q14C190005); 苍南县科技计划项目(20114N26); 浙江省大学生新苗计划(2016R411); 浙江省教育厅科研项目(Y201432061)。

**作者简介** 鲍承飞(1995—), 男, 浙江温州人, 本科生, 专业: 海洋渔业科学与技术。\* 通讯作者, 讲师, 从事渔业工程和渔具理论研究。

**收稿日期** 2017-08-09

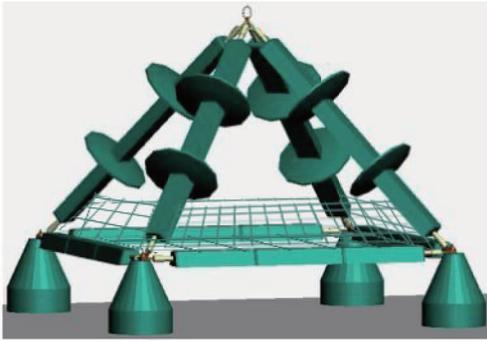


图1 鲍参人工鱼礁礁体

Fig.1 TR artificial reefs

莼,供鲍参幼体食用,后期通过铺设的藻类聚集生物满足鲍参自然生长。捕捉鲍参采用人工捕捉的方式,潜水员携带网箱下潜约 10 m 水深进行人工采捕。

## 1.2 养殖环境

**1.2.1 海域位置。**TR 鲍参人工鱼礁投放于苍南县石坪镇海洋牧场试验基地,海洋牧场试验基地预计总投放礁体 1 500 余个,南为大渔海域,东为百亩礁海域,与海洋渔业相关的功能区划有 3 个渔港和渔业设施基地建设区、3 个养殖区、1 个增殖区试验基地。该次试验随机选取 2 个礁体作为试验对象,在 TR 鲍参人工鱼礁上增设鲍参养殖平台后在该试验基地试验。

**1.2.2 海域底质。**根据投放水域的地理情况,选择站点进行水质采样和其他水文条件测定,主要设在人工鱼礁投放中心区和边缘区。投放水域底质如表 1 所示<sup>[6]</sup>。

表1 人工鱼礁投放海区 5 个站位情况

Table 1 The circumstances of 5 put artificial reef waters stations

站点 Station	坐标 Coordinate	底质 Sediment	采泥时间 Mining mud time
1	120°38'52.08"E,27°24'10.23"N	沙质	9:07
2	120°38'54.12"E,27°24'08.33"N	砾质	9:33
3	120°38'57.47"E,27°24'09.52"N	泥质	10:12
4	120°38'59.23"E,27°24'09.58"N	砾质	10:36
5	120°39'02.01"E,27°24'07.42"N	砾质	10:52

根据检测结果发现,当地底质大部分为砾质,而鲍鱼的栖息海域最佳为岩砾地带,刺参偏好栖息在潮间带下混有一定泥潭的岩砾地带<sup>[7]</sup>,所以当地海域的底质适合进行鲍参养殖。

**1.2.3 海域流速。**以大潮底层最大流速和大潮底层 25 h 内平均流速 2 个指标来判定海域是否适合建设人工鱼礁。根据大潮时记录式流速计的测试情况,海洋牧场示范区央头石片岛及门头礁处的流速最大,此处最大流速超过 1 m/s,潮周期平均流速在 0.4 ~ 0.6 m/s,因而备选礁区在此处内侧<sup>[8]</sup>。该区域流速条件较好,不会因流速过大而倾覆,为理想的 TR 鲍参人工鱼礁投放区<sup>[9]</sup>。

**1.2.4 其他。**石坪海域水深 8 ~ 12 m,平均水深 10 m;pH 为 8.09 ~ 8.12;盐度为 30.2 ~ 33.0<sup>[10]</sup>;年平均气温为 18.1 °C,海域表层年平均气温为 17.4 °C,海域底层水温年平均为

17.1 °C,当气温达到 20 °C 时刺参会出现节律性行为夏眠,故该海域适合刺参长期生长<sup>[9]</sup>。

**1.3 苗种及其投放管理** 2016 年 11 月从山东烟台购进一批规格 6 ~ 9 cm/头、平均体重为 42.5 g 的刺参苗种,又称辽参,采用活水车运输方式抵达石坪,到达目的地后由潜水员携带刺参苗种分批下水作业,作业情况视水域状况而定,在 15 d 内完成投放作业。

试验养殖期间,将长势良好、长度约 30 cm 的羊栖菜和石莼固定在延绳上沉入水中。其中,羊栖菜栽培 22 条延绳浮筏(图 2),石莼栽培 11 条延绳浮筏,距离 TR 人工鱼礁鲍参养殖平台 3 ~ 7 m。

初期种植后,让藻类自然生长。通过藻类对水体进行优化,引导鱼群聚集,滋生微生物,使刺参能够获得充分的天然饵料。



图2 延绳与浮子

Fig.2 Long line and floating rafts

## 1.4 海上生产试验

**1.4.1 海上养殖试验。**考虑到海域面积大、潮流不稳定、人员身体状况和 underwater 作业安全性等问题,该次海上生产试验随机取 2 个距离较大的礁体作为养殖效益评估试验基地进行对照试验。鲍参养殖平台以 TR 鲍参人工鱼礁礁体底部作为基础,构建 1.8 m × 1.8 m × 0.5 m 的正方体养殖平台,试验平台中刺参投放量视水域状况而定,分别为 74 只/个礁体和 92 只/个礁体,采用固定范围内放养殖的方式进行饲养。

在海上养殖试验时,采用人工下潜的方法定期性地观察刺参生长情况,在生长周期结束后由潜水员携带长 0.8 m、直径 0.5 m 的网兜下潜至不同区域采捕刺参,带回区域内刺参(不论成活与否),进行刺参生长状况的观测与分析(图 3)。其中成活率、体重增长率、体长日均增长量计算公式如下:

$$\text{成活率} = \frac{\text{抽样采捕刺参存活头数}}{\text{抽样采捕刺参总头数}} \times 100\% \quad [11]; \quad (3)$$

$$\text{体长增长率(体质量增长率)} = \frac{[\text{采捕时体长(体质量)} - \text{投饵时体长(体质量)}]}{\text{投饵时体长(体质量)}} \times 100\% \quad [12-13]; \quad (4)$$

$$\text{体长日均增长量(体质量日均增长)} = \frac{[\text{采捕时体长(体质量)} - \text{投饵时体长(体质量)}]}{\text{投饵天数}} \quad [12-13] \quad (5)$$

**1.4.2 潜水观察法。**潜水员乘坐机动船到达指定海域,船上配备潜水设备如轻装潜水服、空气瓶、水下照明灯、潜水刀



图3 采捕刺参

Fig.3 Fishing sea cucumber

和潜水表等和定位设备小型卫星导航仪和GPS。潜水员下水后肉眼观察地貌情况、TR鲍参人工鱼礁区投放情况、刺参的生长活动情况、藻类的生长情况和水域的生物量情况,并使用水下记录笔在水下记录本上进行记录。

## 2 结果与分析

**2.1 试验刺参的生长情况** 该试验作业数量根据当天海域流速、浑浊度、水温和作业人员身体状况等因素视情况而定。刺参的个体生长变异系数远高于饲养的动物和鱼类,生长变异系数往往超过50%<sup>[12,14]</sup>。投饵前随机取20头刺参幼体,

测量其伸展状态下的体长,计算平均值;测量其腔内水从肛门排尽后的体重,计算平均值;投放时人为观察刺参成活情况。采捕后随机取刺参10头,测量其伸展状态下的体长,计算平均值<sup>[5]</sup>;测量其腔内水从肛门排尽后的体重,计算平均值;统计刺参死亡数,计算成活率;参考传统刺参各项数据,对照比较<sup>[12]</sup>。

2016年10月28日投放第1组刺参幼苗84头,至2017年2月7日捕捉刺参41头,其中2头死亡,共培育101d。试验幼参投放时平均体长为8.24cm,平均体质量为42.50g,至试验结束时,刺参平均体长为10.33cm,日均体长增长为0.020cm,平均体长增长率为25.4%,平均体质量为68.85g,日均增长质量为0.261g,体质量增长率为62.0%,成活率为95.1%(表2、图4)。

2016年11月1日投放第2组刺参幼苗102头,至2017年2月12日捕捉刺参57头,其中4头死亡,共培育104d。试验幼参投放时平均体长为8.24cm,平均体质量为42.50g,至试验结束时,刺参平均体长为9.89cm,日均增长长度为0.016cm,平均体长增长率为20.6%,平均体质量为63.28g,日均增长质量为0.200g,体质量增长率为48.9%,成活率为93.0%(表3)。

表2 第1组刺参幼苗生长情况

Table 2 The first group of sea cucumber seedling growth

刺参序号 Order	培育时间 Culturing time//d	体长 Body length//cm	日均体长增长量 Increment every day//cm/d	体长增长率 Increase rate//%	体质量 Body weight//g	日均质量增长量 Increment every day//g/d	体质量增长率 Increase rate//%
1	101	13.3	0.050	61.4	94.2	0.511	121.6
2	101	10.5	0.022	27.4	73.1	0.302	72.0
3	101	9.5	0.012	15.2	65.6	0.228	54.3
4	101	11.7	0.034	41.9	75.2	0.323	76.9
5	101	10.2	0.019	23.7	70.5	0.277	65.8
6	101	8.7	0.004	5.58	53.8	0.111	26.5
7	101	9.5	0.012	15.2	67.1	0.243	57.8
8	101	9.4	0.011	14.0	60.9	0.182	43.2
9	101	10.1	0.018	22.5	62.1	0.194	46.1
10	101	10.4	0.021	26.2	66.0	0.232	55.2

表3 第2组刺参生长状况

Table 3 The second group of sea cucumber seedling growth

刺参序号 Order	培育时间 Culturing time//d	体长 Body length//cm	日均体长增长量 Increment every day//cm/d	体长增长率 Increase rate//%	体质量 Body weight//g	日均质量增长量 Increment every day//g/d	体质量增长率 Increase rate//%
1	104	10.1	0.017	22.5	45.2	0.025	6.3
2	104	10.3	0.019	25.0	59.6	0.164	40.2
3	104	8.7	0.004	55.8	57.8	0.147	36.0
4	104	10.4	0.207	26.2	62.2	0.189	46.3
5	104	9.4	0.111	14.0	65.0	0.216	52.9
6	104	8.7	0.004	5.5	55.7	0.126	31.0
7	104	11.6	0.323	40.7	68.9	0.253	62.1
8	104	9.2	0.009	11.6	80.2	0.362	88.7
9	104	10.7	0.023	29.8	71.1	0.275	67.2
10	104	9.8	0.015	18.9	67.1	0.236	57.8

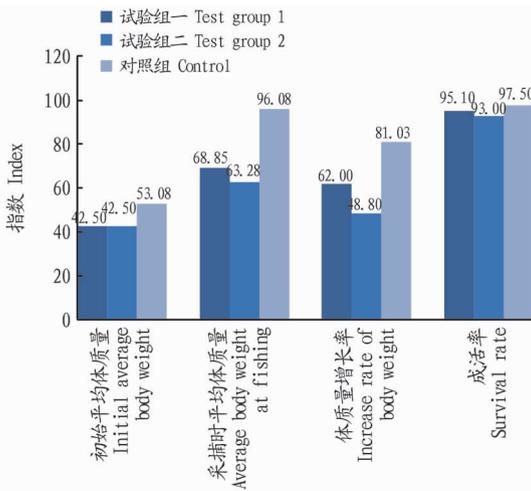


图4 刺参生长状况

Fig. 4 Growth situation of sea cucumber



**2.2 潜水作业情况** 潜水观察作业进行时,由于当天海浪较大导致能见度降低,故仅对数个人工鱼礁周边的状况进行定点观测。潜水观察发现,当地生物量随着观察时间的增长,生物量逐渐增多;刺参发育良好,栖息于岩石缝中,存在个别死亡情况;羊栖菜和石莼长势良好,生长范围显著增大;除了部分 TR 鲍参人工鱼礁礁体因为投放海域底质不平稳出现微倾的现象,大部分 TR 鲍参人工鱼礁礁体未发生明显位移,且礁体上已经出现藻类附着(图5)。

### 3 结论与讨论

**3.1 潜水观察作业** 潜水员下潜仅能定性地观察礁体的投放情况、刺参的发育情况和藻类的生长情况,为养殖提供参考作用,无法精确地对养殖效果做出评估。潜水员下潜后在水下能见度低,且存在一定的危险性,无法进行大范围范围的观察,凭借个人经验的观察与实际情况可能有所偏差。在精确度方面,该方式仅能定性地对 TR 鲍参人工鱼礁养殖平



图5 潜水观察作业情况

Fig. 5 Observing operation situation by diving

台养殖刺参情况进行分析,为养殖试验提供初步依据;在费用方面,与人工机器人水下观察相比成本更低。在整个潜水观察作业中发现,由于不同水域藻类的生长情况不同,刺参在养殖平台上的活动范围也存在差异,刺参偏好于在平台上的阴影部分活动<sup>[15]</sup>,故可在养殖平台上设计一定面积的阴影区域用于刺参活动;养殖平台的钢筋框架在水中容易锈蚀,不利于潜水人员采捕作业,所以在材料方面可以采取强度高且不易腐蚀的钢筋;另外在观察作业中,相比潜水员下潜作业,虽然水下机器人成本更加高昂,但优势明显,有观察数据备份,并且可以保证安全。

**3.2 养殖装置海上养殖试验** 以 TR 鲍参人工鱼礁为设计基础,设计鲍参养殖平台,对 TR 鲍参人工鱼礁生态效益以外的经济效益进行探究。该养殖平台结合水域沙石、砾石底质后铺设一层碎石,模拟刺参自然生长环境,有利于刺参的自然生长,降低病害发生概率。

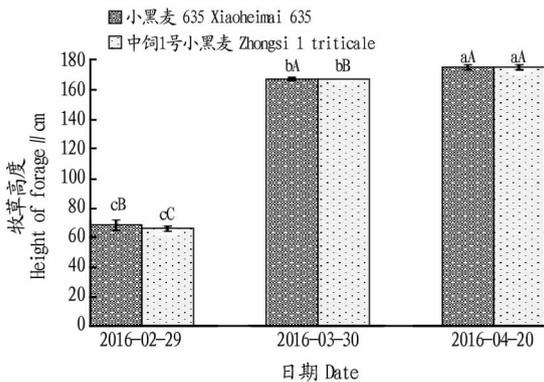
由于进行海上试验时,天气状况、水域环境和水下作业环境不稳定,存在危险性,所以该次海上养殖试验仅在数千个礁体中随机选取 2 个礁体进行饲养试验。第 1 个试验地点的存活率达 95.1%,体质量增长率达 62.0%;第 2 个试验地点的存活率达 93.0%,体质量增长率达 48.9%。作为对比,传统的刺参体质量增长率约为 50%<sup>[12,14]</sup>,可以看出刺参

在 TR 鲍参人工鱼礁养殖平台上养殖不仅取得和传统养殖一样的效果,还为投放附带一定的经济效益,降低了经费支出,所以该养殖平台具有一定的推广应用价值。但由于实验室条件下无法大范围模拟海洋多变的自然环境,所以无法设置有效的对照组;并且投放时需要详细调查海域,投入成本大,不适合推广到其他渔具养殖方式上;同时该作业方式针对的种类局限于活动范围小的水生生物,对于活动范围大的水生生物如鱼类并不能达到其自然生长的效果;养殖平台由钢筋制作会发生海水腐蚀,不利于潜水人员海水采捕作业。另外,养殖平台设计也存在改造空间,未来可以对养殖平台的结构设计、材料选择做进一步研究。

### 参考文献

- [1] 胡福祥. 日本的人工鱼礁[J]. 国外水产, 1980(1): 10-12.
- [2] 黄雄. 人工鱼礁发展概况[J]. 海岸工程, 1989(3): 69-74.
- [3] 郑延璇, 关长涛, 宋协法, 等. 星体型人工鱼礁流场效应的数值模拟[J]. 农业工程学报, 2012, 28(19): 185-193, 297-298.
- [4] 唐衍力, 王磊, 梁振林, 等. 方型人工鱼礁水动力性能试验研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2007, 37(5): 713-716.
- [5] 李海鹏, 罗鹏, 于宗赫, 等. 热带海参糙刺参野外网箱养殖的初步研究[J]. 南方水产科学, 2013, 9(6): 1-7.
- [6] 杨宝矿, 王飞, 黄玉君. TR 人工鱼礁建设技术的初步研究[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(3): 74-77.
- [7] 夏苏东. 刺参幼参摄食行为与蛋白质营养需要研究[D]. 青岛: 中国科学院研究生院(海洋研究所), 2012.

牧草高度与第2、3个测定日测定的牧草高度差异极显著( $P < 0.01$ ),第2个测定日测定的牧草高度和第3个测定日测定的牧草高度差异显著( $P < 0.05$ );中饲1号小黑麦各个测定日测定的牧草高度间差异极显著( $P < 0.01$ )。



注:相同品种间不同大写、小写字母分别表示牧草高度差异极显著( $P < 0.01$ )或显著( $P < 0.05$ )

Note: Different capital letters and lowercase letters stand for extremely significant differences ( $P < 0.05$ ) and significant differences ( $P < 0.05$ ) among same varieties respectively

图1 引种牧草高度

Fig.1 Height of forage introduced

**2.2 引进牧草分蘖数、穗长及穗宽** 由表1可知,小黑麦635单株分蘖数、穗宽不如中饲1号小黑麦,平均穗长较中饲1号小黑麦增加0.45 cm。引进的2种牧草品种间的分蘖数、穗长及穗宽差异不显著( $P > 0.05$ )。

表1 引进牧草分蘖数、穗长和穗宽

Table 1 Tiller number, ear length and ear width of forage introduced

品种 Varieties	单株分蘖数 Tiller number per plant//个	穗长 Ear length cm	穗宽 Ear width cm
小黑麦 635 Xiaohaimai 635	11 ± 4.98	14.56 ± 1.54	0.97 ± 0.18
中饲1号小黑麦 Zhongsi 1 triticale	12 ± 4.94	14.11 ± 1.95	1.10 ± 0.21

**2.3 引进牧草的产量** 由表2可知,在2种牧草品种乳熟期刈割测得中饲1号小黑麦鲜草产量较小黑麦635多5 836.30 kg/hm<sup>2</sup>,干草产量多1 474.99 kg/hm<sup>2</sup>,中饲1号小黑麦鲜草产量较小黑麦635鲜草产量增加21.04%,干草产

量增加14.20%。中饲1号小黑麦的干物质含量较小黑麦635高,两牧草间鲜、干草产量差异不显著。

表2 引进牧草的产量

Table 2 Yield of forage introduced

品种 Varieties	鲜草产量 Fresh grass yield//kg/hm <sup>2</sup>	干草产量 Dry grass yield//kg/hm <sup>2</sup>	鲜干比 Ratio of fresh grass and dry grass
小黑麦 635 Xiaohaimai 635	27 736.05 ± 3 311.26	10 388.03 ± 1 240.17	2.67
中饲1号小黑麦 Zhongsi 1 triticale	33 572.35 ± 1 733.57	11 863.02 ± 613.28	2.82

### 3 结论

从小黑麦引种第1年的产量及株高、分蘖数、穗长、穗宽等指标来看,小黑麦能够适应安顺地区的气候、土壤条件,表现出良好的生长性能,但小黑麦在该地区的大面积推广栽培利用,还需要后续开展大量连续的试验研究论证工作,以便为今后的小黑麦在该地区的推广利用提供理论基础和实践指导。

### 参考文献

- [1] 冯树林,覃宗泉.贵州省安顺地区农作物秸秆综合利用现状及对策[J].畜牧与饲料科学,2016,37(3):75-77.
- [2] 娄秀伟,雷会义,覃宗泉.安顺市农作物秸秆饲料化综合利用[J].安徽农业科学,2013,41(16):7165-7167.
- [3] 王俊青.安顺有机茶规范化种植现状调查及建议[J].贵州茶叶,2005(3):28-32.
- [4] 尹科.安顺市蔬菜专业合作组织发展模式探讨[J].经济研究导刊,2011(21):54-55.
- [5] 林满堂,孙红霞,陈维虎.小黑麦引种试验报告[J].牧草与饲料,2011,5(3):55-56.
- [6] 崔兴国.新型饲草作物小黑麦利用研究[J].农业科技与装备,2011(4):5-6.
- [7] 何江峰,赵萌莉,郑轶慧,等.小黑麦的饲用特性及其在草地生态中的应用前景[J].中国草地学报,2012,34(1):101-107.
- [8] 朱铁霞,高凯,王国成.小黑麦研究进展[J].内蒙古民族大学学报(自然科学版),2011,26(4):433-437.
- [9] 孙元枢.中国小黑麦遗传育种研究与应用[M].杭州:浙江科学技术出版社,2002.
- [10] 佟桂芝,马野,魏念春,等.小黑麦的饲用价值[J].黑龙江畜牧科技,2000,15(2):18-19.
- [11] 李冬梅,田新会,杜文华.小黑麦新品系的草产量及营养价值研究[J].草地学报,2016,24(6):1164-1169.
- [12] 李诚,孙广超,曹连蒲,等.应用模糊综合评价法评价小黑麦的抗旱性[J].湖北农业科学,2012,51(13):2682-2684,2687.
- [13] 任永康,崔磊,牛瑜琦,等.饲草小黑麦新品种晋饲草1号高产配套栽培技术[J].种子科技,2017,35(1):62-63.
- [14] 李鸿文,林存亮,李诚,等.应用AMMI模型分析冬性饲草型小黑麦品种稳定性[J].新疆农业科学,2012,49(5):802-807.

(上接第125页)

- [8] 赵海涛,张亦飞,郝春玲,等.人工鱼礁的投放区选址和礁体设计[J].海洋学研究,2006,24(4):69-76.
- [9] 杨文真.海上网箱“鲍参混养”生态养殖模式探讨[J].福建水产,2014,36(6):495-499.
- [10] 林承刚.四种物理环境因素对刺参运动和摄食行为的影响[D].青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所),2014.
- [11] 王云.刺参密度对鲍参混养效果的影响[J].福建农业学报,2014,29(7):633-636.

- [12] 余致远.两种饲料对海上筏式吊笼养殖仿刺参生长的影响[J].福建水产,2015(1):73-78.
- [13] 陈明强,张立,杨学明,等.海上网箱培育大规格糙海参苗试验[J].水产科学,2015(9):571-574.
- [14] 裴素蕊.刺参(Apostichopus japonicus)个体生长差异的影响因素及其调控机制[D].青岛:中国海洋大学,2012.
- [15] 潘洋.刺参运动节律行为的数量化研究[D].青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所),2015.